

立命館大学理工学部 正会員 児島 孝之 立命館大学理工学部 正会員 高木 宣章  
立命館大学大学院理工学研究科 学生員 堀川 智史

## 1. はじめに

本実験では、高強度シリカフェームコンクリートの自己収縮、乾燥収縮、クリープ特性について普通強度コンクリートと比較検討を行った。

## 2. 実験概要

実験要因として水結合材比を 20、30、50%とし、シリカフェーム置換率を 0、7.5、15%の 3 水準とした。使用材料を表-1、コンクリートの示方配合を表-2 に示す。自己収縮試験供試体の作製および試験法は、高流動コンクリートの自己収縮試験方法[1]に準じた。型枠内側底面上にテフロンシート、その上から内側全面にビニールシートを敷き、コンクリート打設後打設面上をビニールシート、濡れウエスの順で覆い、水分の逸散を防止した状態で、 $20 \pm 1^\circ\text{C}$ 、 $90 \pm 5\% \text{RH}$  の環境下に材齢 1 日まで保管した。供試体両側面に長さ変化測定用ゲージプラグを埋込んだ。また、埋込み型ひずみ計と熱伝対を埋込んだ供試体を各配合につき 1 体作製した。材齢 1 日で脱型し、直ちに供試体を工業用ラップ、更にはビニールシートで各々 2 重に封緘し、 $20 \pm 1^\circ\text{C}$ 、 $60 \pm 5\% \text{RH}$  の環境下に保管した。

乾燥収縮試験およびクリープ試験用供試体は、自己収縮試験供試体と同じ方法で作製、封緘養生し、材齢 28 日から  $20 \pm 1^\circ\text{C}$ 、 $60 \pm 5\% \text{RH}$  の環境下で試験を行った。クリープ試験用供試体を図-1 に示す。材齢 28 日にコンクリート圧縮強度の 30%の応力を P C 鋼棒を緊張することにより導入した。クリープ試験は、封緘養生供試体（基本クリープ測定用）と気乾養生供試体（乾燥クリープ測定用）の 2 種類で行った。コンクリートの凝結試験は JIS A 6204-1995（付属書 1）に、長さ変化の測定は、JIS A 1129-1993（コンタクトゲージ法）に従って行った。自己収縮ひずみの測定は凝結の始発から行った。

## 3. 実験結果および考察

始発以降の全収縮ひずみの経時変化を図-2 に示す。始発から

表-1 使用材料

|         |                                                                                |                     |                                     |
|---------|--------------------------------------------------------------------------------|---------------------|-------------------------------------|
| セメント    | 普通ポルトランドセメント 比重 3.16                                                           |                     |                                     |
| シリカフェーム | ノルウェー産粉体                                                                       | 比重 2.20             | $\text{SiO}_2=92.3\%$               |
| 細骨材     | 野洲川産川砂 比重 2.62 F.M.=2.69                                                       |                     |                                     |
| 粗骨材     | 高橋産硬質砂岩砕石 比重 2.68 吸水率=0.78%<br>F.M.=6.57 最大骨材寸法 20mm<br>質量比 20~13mm:13~5mm=1:1 |                     |                                     |
| 混和剤     | 高性能 A E 減水剤                                                                    | A:ポリカルボン酸系グラフトコポリマー |                                     |
|         | A E 減水剤                                                                        | B:ポリカルボン酸 Ca 塩      |                                     |
|         | A E 助剤                                                                         | C:リグニンスルホン化合物       |                                     |
|         | A E 助剤                                                                         | D:アニオン系界面活性剤        |                                     |
| P C 鋼棒  | φ17mm                                                                          | 引張強さ 1280MPa        | ヤング係数 $20.3 \times 10^4 \text{MPa}$ |
|         | φ23mm                                                                          | 引張強さ 1240MPa        | ヤング係数 $20.1 \times 10^4 \text{MPa}$ |

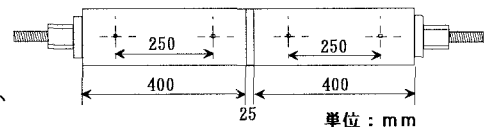


図-1 クリープ試験用供試体

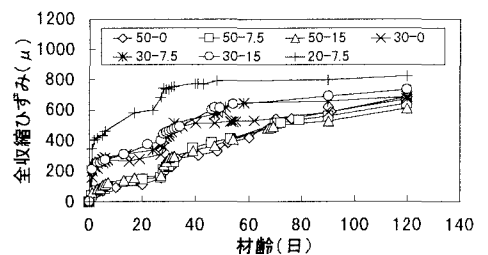


図-2 全収縮ひずみの経時変化

表-2 コンクリートの示方配合

| 配合名    | W/(C+SF)<br>(%) | SF/(C+SF)<br>(%) | s/a<br>(%) | 単位量 (kg/m³) |     |    |     |      | (高性能)**<br>A E 減水剤(%) | A E 助剤<br>(A*) | 圧縮強度<br>(MPa) | 載荷応力<br>(MPa) | 弾性ひずみ<br>(μ) |
|--------|-----------------|------------------|------------|-------------|-----|----|-----|------|-----------------------|----------------|---------------|---------------|--------------|
|        |                 |                  |            | W           | C   | SF | S   | G    |                       |                |               |               |              |
| 20-7.5 | 20              | 7.5              | 34         | 150         | 694 | 56 | 528 | 1024 | A 4.2                 | —              | 111.6         | 33.4          | 766          |
| 30-0   | 30              | 0                | 37         | 160         | 533 | 0  | 638 | 1087 | B 1.3                 | —              | 71.0          | 21.3          | 539          |
| 30-7.5 | 30              | 7.5              | 36.5       | 160         | 493 | 40 | 625 | 1087 | B 1.9                 | —              | 81.5          | 24.4          | 594          |
| 30-15  | 30              | 15               | 36         | 160         | 453 | 80 | 611 | 1086 | B 2.3                 | —              | 96.2          | 28.8          | 626          |
| 50-0   | 50              | 0                | 44         | 170         | 340 | 0  | 794 | 1010 | C 0.25                | E 2.5          | 32.2          | 9.64          | 371          |
| 50-7.5 | 50              | 7.5              | 43.5       | 170         | 315 | 26 | 781 | 1014 | B 1.0                 | D 4.0          | 40.7          | 12.1          | 384          |
| 50-15  | 50              | 15               | 43         | 170         | 289 | 51 | 768 | 1018 | B 1.8                 | D 4.0          | 41.1          | 12.3          | 387          |

注) \*E の 1%希釈液および D の 2%希釈液を各々結合材(C+SF)1kg 当たり 2cc 使用する時を 1A とする。

\*\* (高性能) A E 減水剤使用量は結合材質量に対する百分率で表示。混和剤の欄中の記号は使用混和剤の種類を示す。

Takayuki KOJIMA, Nobuaki TAKAGI, Satoshi HORIKAWA

材齢 1 日までの自己収縮ひずみは、埋込み型ひずみ計を埋め込んだ供試体の値を採用した。材齢 1 以降コンタクトゲージ法で測定した自己収縮ひずみは、埋込み型ひずみ計で測定したものと大きな差がなかったもので、以下では前者の値を使用した。全収縮ひずみは、封緘養生期間中は自己収縮ひずみで、材齢 28 日の乾燥開始後は本研究では乾燥開始時の自己収縮ひずみに乾燥収縮ひずみを単純加算したひずみとしている。水結合材比が小さく高強度になるほど自己収縮ひずみは増加し、乾燥収縮ひずみは減少した。始発以降の全収縮ひずみは、材齢 120 日までは高強度コンクリートほど大きいですが、材齢の進行に伴いその差は小さくなる傾向にあった。乾燥環境下にある供試体の全収縮ひずみは、配合により経時変化は異なるものの、長期材齢における全収縮ひずみは既報告[2]同様ほぼ同じになる傾向にあった。

クリープひずみと単位クリープひずみの経時変化を図-3 と図-4 に示す。基本クリープひずみは、封緘状態のクリープ供試体のひずみから自己収縮ひずみを差し引いたひずみである。クリープひずみと単位クリープひずみは封緘および乾燥状態にあっても、コンクリートが高強度になるに伴い小さくなる。クリープ供試体の全ひずみを図-5 に、各試験供試体の全ひずみの例を図-6 に示す。基本クリープ供試体の全ひずみはコンクリート強度の増加に伴い増大する。しかし、乾燥クリープ供試体の全ひずみへのコンクリート強度の影響は少なく、図-2 に示す全収縮ひずみと同様の傾向にある。また、水結合材比 20% の高強度コンクリートでは、乾燥環境下で測定したクリープ供試体の全ひずみは封緘養生下のクリープ供試体の全ひずみにほぼ等しい。

#### 4. まとめ

- (1) 乾燥環境下にある供試体の全収縮ひずみ量は、配合により経時変化は異なるが、長期材齢においてはほぼ同じになる傾向にある。
- (2) 封緘および乾燥環境下での単位クリープは高強度になるほど小さくなる。また、高強度コンクリートの乾燥クリープ供試体の全ひずみは、基本クリープ供試体の全ひずみにほぼ等しい。

【参考文献】 [1] 日本コンクリート工学協会：超流動コンクリート研究委員会報告書（Ⅱ），pp.209-210, 1994 [2] 児島, 高木, 松村, 堀川：”高強度コンクリートの収縮特性について” 土木学会第 53 回年次学術講演会講演概要集第 5 部, V-376, 1998.10

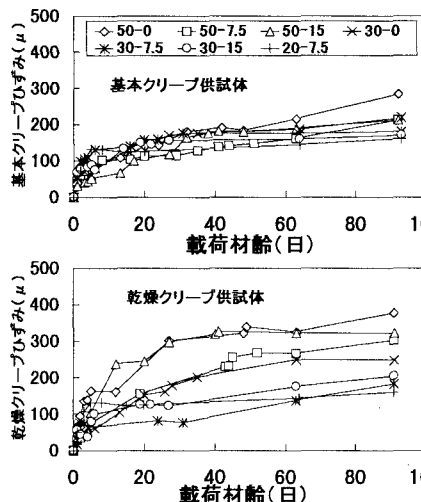


図-3 クリープひずみの経時変化

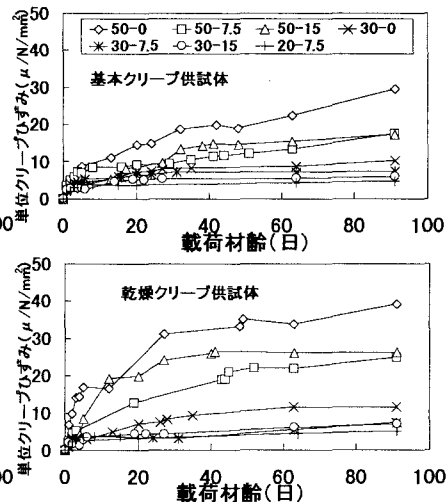


図-4 単位クリープひずみの経時変化

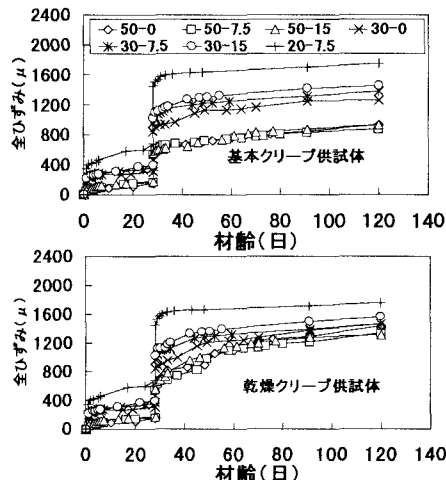


図-5 クリープ供試体の全ひずみ

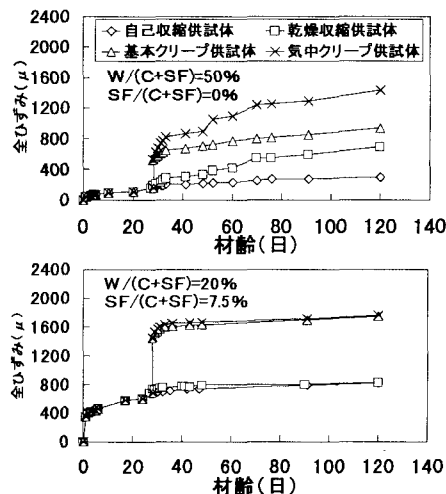


図-6 各試験供試体の全ひずみ